

**6D070300 - «Ақпараттық жүйелер (салалар бойынша)» мамандығы бойынша
«философия докторы» (PhD) дәрежесіне іздену үшін ұсынылған диссертацияға**

АНДАТПА

КАРМЕНОВА МАРХАБА АХМЕТОЛЛИНОВНА

ДЕРЕКТЕРДІ ТАЛДАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ҚОЛДАНУ НЕГІЗІНДЕ ҚАЛАЛЫҚ ОБЪЕКТІЛЕРДІҢ СЕЙСМОТҰРАҚТЫЛЫҒЫН БАҒАЛАУ ӘДІСТЕРІН ӘЗІРЛЕУ

Жұмыстың жалпы сипаттамасы. диссертациялық жұмыс деректерді интеллектуалдық талдауды қолдануға негізделген сейсмикалық деректерді ескере отырып, қалалық объектілердің сейсмотұрақтылығын бағалау тәсілін әзірлеуге арналған. Ұсынылып отырған тәсіл типтік қалалық объектілердің сейсмотұрақтылығы туралы деректерді «жылдам» бағалауға мүмкіндік бере отырып, ғимараттардың сейсмикалық осалдығын бағалауға кететін уақыт пен шығындарды айтарлықтай қысқартады. Қалалық объектілердің сейсмотұрақтылығын бағалаудың әзірленген тәсілі негізінде интеллектуалдық ақпараттық-талдау жүйесінің архитектурасы және оның бағдарламалық іске асырылуы жобаланды.

Түйінді сөздер: деректерді интеллектуалдық талдау технологиясы, кластерлік талдау, жіктеу әдістері, маңызды айнымалыларды анықтау, шуылы бар тығыздық негізіндегі кеңістіктік кластерлеу, интеллектуалдық ақпараттық-талдау жүйесінің архитектурасы.

Зерттеудің өзектілігі. Қазіргі уақытта Қазақстан Республикасының сәтті өркендеуі мен серпінді дамуы іс жүзінде адам өмірінің барлық салаларын қамтитын мемлекеттік бағдарламалар мен стратегиялық жоспарларды сапалы әзірлеумен, жүйелі енгізумен және тиімді іске асырумен байланысты болып келеді. Әлемдік үрдістер, ғылыми жетістіктер мен технологиялық инновациялық шешімдер біздің еліміздің негізгі салаларының өсуі мен өркендеуіне ықпал ете отырып, сонымен қатар әлемдегі бәсекеге қабілетті ел болуға мүмкіндік береді.

Ұзақ мерзімді перспективада («Қазақстан-2050» Стратегиясы) еліміздің даму сценарийлері индустрияландыруға, құрылысқа және коммуналдық секторға заманауи технологияларды енгізуге, ақылды қала тұжырымдамасын дамытуға ерекше көңіл бөлінеді. Құрылыс саласы Қазақстан Республикасы экономикасының белсенді дамып келе жатқан салаларының бірі болып табылады, ол елдің және өңірлердің әлеуметтік-экономикалық дамуына елеулі әсер етеді. Сондай-ақ, жалпы алғанда еліміздің сейсмикалық қауіпсіздігін қамтамасыз етуге бағытталған қолданбалы ғылыми зерттеулер де ерекше назарда деуге болады. Осыған орай, инновациялық шешімдерді және ғылыми зерттеулердің елеулі нәтижелерін іс жүзінде енгізудің катализаторлары болып, бірінші кезекте әзірленетін ақпараттық технологиялар, платформалар және

олардың архитектуралары, сонымен қатар шешімдер қабылдауды қолдауға арналған интеллектуалдық ақпараттық-талдамалық жүйелері болып саналады.

Бүгінгі таңда цифрлық және ақпараттық технологиялар құрылысты өзгертуде. Ғимараттар мен құрылыстарды салу кезінде ақпараттық модельдеу технологиялары (BIM-технологиялар) белсенді енгізілуде, жаңа нормалар бейімделіп әзірленуде, соның нәтижесінде құрылыс саласының цифрлық трансформациясы жүруде. Мұндай жаһандық өзгерістер сейсмикалық тәуекел жағдайындағы заманауи құрылыс, сейсмикалық тәуекелдерді болжау, жергілікті жерлердің сейсмикалық карталарын жаңарту және цифрландыру, сондай-ақ объектілердің сейсмикалық осалдығын «жылдам» бағалауда сейсмикалық деректерді ескере отырып талдауға мүмкіндік беретін ақпараттық технологияларды, модельдер мен әдістерді әзірлеу сияқты өзекті мәселелерді көтереді. Мұндай мәселелерді шешу зерттеушіден жинақталған мәліметтер жиынтығын талдау және оларды өңдеу үшін жаңа тәсілдер мен технологияларды қолдануды талап етеді. Осыған байланысты, деректерді талдау технологиясын және машиналық оқыту әдістерін сейсмикалық деректер мен қалалық объектілер туралы деректердің күн сайын өсіп келе жатқан көлемдерін талдау үшін қолдану ғылыми зерттеулерде жаңа перспективалар ашады. Осылайша, диссертациялық жұмыстың өзектілігі қалалық типтік объектілердің сейсмотұрақтылығын «жылдам» бағалауды жүзеге асыруға мүмкіндік беретін деректерді интеллектуалдық талдауды қолдануға негізделген сейсмикалық деректерді ескере отырып, қалалық объектілердің сейсмотұрақтылығын бағалау тәсілін әзірлеу мәселесін шешумен байланысты. Мұндай тәсілді қолдану өз кезегінде «Цифрлық Қазақстан» мемлекеттік бағдарламасының бес негізгі бағытының бірін («Инновациялық экожүйені құру») дамытуға өзінің ғылыми үлесін қосады. Сонымен қатар, диссертациялық зерттеу ФМББМ ЖББ Алтай мемлекеттік университетінің «Үлкен Алтайдың «Түркі әлемі»: тарихтағы және қазіргі замандағы бірегейлік пен сан алуандық» тақырыбы бойынша № 748715Ф.99.1.ББ97АА00002 2020-2021 жылдарға арналған Ресей Федерациясының ғылым және жоғары білім министрлігінің қаржыландыруымен мемлекеттік тапсырмасы аясында жүргізілді.

Бұл зерттеудің негізгі идеясы - ғимараттардың сейсмикалық осалдығын бағалауды жүргізу үшін уақыт пен шығындарды айтарлықтай қысқартатын, деректерді интеллектуалды талдауды қолдануға негізделген қалалық объектілердің сейсмотұрақтылығын бағалау тәсілін әзірлеуде болып табылады. Әзірленген тәсіл сейсмикалық деректерді талдауды ескере отырып, қалалық объектілердің сейсмотұрақтылығын бағалауда кешенді тәсілді қарастырады. Қалалық объектілердің сейсмотұрақтылығын бағалауда кластерлік талдау қолданылады, ол үлгілік қалалық объектілерді олардың сейсмикалық осалдығы бойынша бөліп көрсетеді. Алынған кластерлік нәтижелерге деректердің құрылымын зерделеу және әрбір кластердегі шешімдердің шекарасын нақтылау үшін, сондай-ақ қалалық объектінің сейсмотұрақтылығына әсер ететін маңызды сипаттамаларды анықтау үшін жіктеу әдістері қолданылады. Сейсмикалық деректерге талдау жүргізу жер сілкіністерінің тығыз учаскелерін сәйкестендіру үшін кеңістіктік кластерлеу алгоритмін қолдануға негізделген. Кеңістіктік

кластерлеуді қолдану барысында DBSCAN алгоритмінің кіріс параметрлерінің мәндері анықталды. Қалалық объектілердің сейсмотұрақтылығын бағалаудың әзірленген тәсілі негізінде сейсмикалық деректерді ескере отырып, интеллектуалдық ақпараттық-талдау жүйесінің архитектурасы және оның бағдарламалық іске асырылуы жобаланды.

Зерттеу жұмысының объектісі - қалалық объектілердің сейсмотұрақтылығын бағалау мен сейсмикалық деректерді талдау процесі болып табылады.

Зерттеу жұмысының пәні - қалалық объектілердің сейсмотұрақтылығын бағалауға және сейсмикалық деректерді талдауға арналған машиналық оқыту әдістері мен алгоритмдері болып табылады.

Зерттеудің мақсаты. Диссертациялық зерттеудің мақсаты деректерді «жылдам» бағалаудың тиімділігін арттыру үшін деректерді талдау технологиясы мен машиналық оқыту әдістері негізінде сейсмикалық деректерді ескере отырып, қалалық объектілердің сейсмотұрақтылығын бағалау тәсілін әзірлеу болып табылады.

Зерттеу міндеттері. Қойылған мақсатқа сәйкес зерттеудің келесі міндеттері қойылады және шешіледі:

- қалалық объектілердің сейсмотұрақтылығын бағалау және сейсмикалық деректерді талдау міндеттерін шешуде қолданылатын машиналық оқытудың қолданыстағы тәсілдері мен әдістерін талдау және зерттеу;

- объектілердің сейсмикалық осалдығын бағалаудың және сейсмикалық деректерді өңдеудің қолданыстағы ақпараттық технологиялары мен жүйелерін зерделеу;

- деректерді талдау технологиясы мен машиналық оқыту әдістерін қолдану негізінде сейсмикалық деректерді ескере отырып, қалалық объектілердің сейсмотұрақтылығын бағалау тәсілін әзірлеу;

- сейсмикалық деректерді ескере отырып, қалалық объектілердің сейсмотұрақтылығын бағалаудың интеллектуалдық ақпараттық-талдау жүйесінің архитектурасын жобалау.

- сейсмикалық деректерді ескере отырып, қалалық объектілердің сейсмотұрақтылығын бағалаудың интеллектуалдық ақпараттық-талдау жүйесін әзірлеу.

Зерттеудің негізгі әдістері. Жұмыста міндеттерді шешу үшін жүйелерді басқару теориясының аппараты, статистикалық талдау әдістері, жасанды интеллект, ақпараттық жүйелерді жобалау технологиялары қолданылады.

Қорғауға шығарылатын ғылыми ережелер мен нәтижелер:

- ғимараттардың сейсмикалық осалдығын бағалауды жүргізуде уақыт пен шығындарды айтарлықтай қысқартатын, қалалық типтік объектілердің сейсмотұрақтылығын «жылдам» бағалауды жүзеге асыруға мүмкіндік беретін, деректерді интеллектуалдық талдауды қолдануға негізделген қалалық объектілердің сейсмотұрақтылығын бағалаудың әзірленген тәсілі;

- жер сілкінісінің тығыз учаскелерін сәйкестендіру үшін кеңістіктік сейсмикалық деректер жиынтығын тиімді талдауды және өңдеуді қамтамасыз ететін кеңістіктік кластерлеу алгоритмі;

- сейсмикалық деректерді ескере отырып, қалалық объектілердің сейсмостұрақтылығын бағалаудың интеллектуалдық ақпараттық-талдау жүйесінің архитектурасы.

Диссертациялық зерттеудің ғылыми жаңалығы. Диссертациялық зерттеудің ғылыми жаңалығы болып алғаш рет қалалық объектілердің сейсмикалық осалдығы бойынша қалалық объектілер топтарын бөлуге мүмкіндік беретін деректерді интеллектуалдық талдау алгоритмдерін қамтитын, қалалық объектілердің сейсмостұрақтылығын бағалау тәсілі ұсынылатындығында.

Жұмыстың ғылыми және практикалық маңызы.

Диссертациялық жұмыста әзірленген алгоритмдік және бағдарламалық құрал сейсмикалық қатерлерді бағалау жүйесінің құрылымында кездесетін деректер жиынтығын (қалалық объектілер, сейсмикалық оқиғалар) өңдеу мен талдауды жүзеге асыруға мүмкіндік береді.

Зерттеу нәтижелері «Алтай мемлекеттік университеті» ФМББМ ЖББ (Барнаул қ., Ресей) теориялық кибернетика және қолданбалы математика кафедрасының оқу процесінде қолданылады. Диссертациялық зерттеудің нәтижелерін енгізу «Алтай мемлекеттік университеті» ФМББМ ЖББ - АлтМУ-де (Барнаул қ., Ресей) ендіру актісімен расталады. Диссертациялық зерттеу нәтижелерін қолдану 09.04.03 «Қолданбалы информатика» (магистратура) бағыты, «Солтүстік және Орталық Азия өңірлерін тұрақты дамыту үшін деректерді талдаудың цифрлық технологиялары» бейіні бойынша бекітілген оқу бағдарламаларын қамтитын бірлескен білім беру бағдарламасын (ББББ) әзірлеуге және іске асыруға негіз болды. Магистратура бағдарламасын әзірлеу және жүзеге асыру Алтай мемлекеттік университетінің мемлекеттік тапсырмасы (№748715Ф.99.1.ББ97АА00002) аясында «Сәрсен Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университеті» КеАҚ және «Алтай мемлекеттік университеті» ФМББМ ЖББ бірлесіп, «Үлкен Алтайдың «Түркі әлемі»: тарихтағы және қазіргі замандағы бірегейлік пен сан алуандық» тақырыбы бойынша орындалды.

Жұмыс апробациясы. Жұмыстың негізгі нәтижелері келесі халықаралық және ғылыми конференцияларда баяндалды және мақұлданды:

- 1) «World science: Problems and Innovations», Ресей, Пенза қ., 2018 ж.;
- 2) «Жастар шығармашылығы - Қазақстанның инновациялық дамуына» студенттерің, магистранттардың және жас ғалымдардың V Халықаралық ғылыми-техникалық конференциясы, 11 -12 сәуір, 2019 ж., Қазақстан, Өскемен қ.;
- 3) 6th International Conference on Computer and Technology Applications - ICSTA 2020, Түркия, Анталия қ., 2020;
- 4) «Жастар шығармашылығы - Қазақстанның инновациялық дамуына» студенттерің, магистранттардың және жас ғалымдардың VI Халықаралық ғылыми-техникалық конференциясы, 9 -10 сәуір, 2020 ж., Қазақстан, Өскемен қ.;
- 5) «Computational and Information Technologies in Science, Engineering and Education (CITech-2020)», Қазақстан, Алматы қ., 2020 ж.

Жарияланымдар. Диссертациялық жұмыс тақырыбы бойынша 9 ғылыми жұмыс жарияланған, оның ішінде Scopus деректер қорында рецензияланған журналда 1 мақала (CiteScore бойынша процентилі 34%-ға тең), сонымен қатар Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің Білім және ғылым саласындағы бақылау комитетімен ұсынылған басылымдарда 4 мақала, халықаралық конференциялар жинағы басылымдарында 4 мақала (оның ішінде Scopus деректер қорында рецензияланған 1 мақала) жарияланған. Сонымен қатар, 05.02.2021ж. күнімен берілген тіркеу №14910 және 18.02.2021ж. күнімен берілген тіркеу №15298 болатын 2 авторлық куәлігі бар.

Диссертациялық жұмыстың құрылымы мен көлемі. Диссертациялық жұмыс кіріспеден, 4 бөлімнен, қорытындыдан, 170 атаудан тұратын қолданылған ақпарат көздерінің тізімінен тұрады. Диссертациялық жұмыс 123 компьютерлік мәтін беттерінде баяндалған, құрамына 55 сурет, 21 кесте және 3 қосымша кіреді.

Кіріспеде бөлімде зерттеу тақырыбының өзектілігі, зерттеудің мақсаты, объектісі, пәні, міндеттері мен әдістері, ғылыми жаңашылдығы, ғылыми ережелері, практикалық маңыздылығы және жұмыс нәтижелерінің іске асырылуы негізделген, сонымен қатар жұмыстың жарияланымдары мен апробациялау туралы мәліметтер келтірілген.

Бірінші бөлімде деректерді талдау технологиясы мен машиналық оқыту әдістерін қолдану мүмкіндігімен объектілердің сейсмикалық осалдығын және сейсмикалық оқиғаларды бағалаудың қолданыстағы тәсілдеріне, әдістері мен ақпараттық технологияларына шолу және талдау жасау нәтижелері келтірілген. Осы әдістерді қолданудың ерекшеліктері зерттеліп сипатталды, олардың негізінде бірінші бөлім бойынша қорытынды жасалды.

Екінші бөлімде деректерді талдау технологиясы мен машиналық әдістер негізінде қалалық объектілердің сейсмикалық осалдығы бойынша топтарын анықтауға мүмкіндік беретін қалалық объектілердің сейсмотұрақтылығын бағалау әдістемесін әзірлеуге арналған зерттеулер келтірілген.

Үшінші бөлімде сейсмикалық мәліметтер жиынтығы зерттеліп, жер сілкінісі деректерін статистикалық талдау нәтижелері және жер сілкінісінің тығыз учаскелерін анықтау үшін кеңістіктік сейсмикалық деректерді тиімді талдау мен өңдеуді қамтамасыз ететін DBSCAN тығыздыққа негізделген шуылы бар кеңістіктік кластерлеу алгоритмін қолдану нәтижелері ұсынылған.

Төртінші бөлімде сейсмикалық деректерді ескере отырып, қалалық объектілердің сейсмотұрақтылығын бағалауға арналған интеллектуалдық ақпараттық-талдау жүйесінің архитектурасы мен бағдарламалық іске асырылуы ұсынылған.

Қорытынды бөлімінде диссертациялық жұмыс аясында атқарылған жұмыстардың қорытындысы көрсетілді.

Диссертацияның мазмұны пайдаланылған дереккөздер мен қосымшалардың тізімімен аяқталады.